مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۳، شماره ۱، سال ۱۳۹۶

سازگاری گرده‌افشانی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های انتخابی بادام با رقم تجاری و دیرگل A200

Pollination Compatibility of some Selected Almond Cultivars and Genotypes with Commercial and Late Flowering A200 Almond Cultivar

قادر امانی[۱]، علی ایمانی[۲] و مهرشاد زین‌العابدینی[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه علوم باغبانی، تهران
۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- استادیار، مؤسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی، ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۲۲

چکیده

امانی، ق.، ایمانی، ع. و زین‌العابدینی، م. ۱۳۹۵. بررسی سازگاری گرده‌افشانی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های انتخابی بادام با رقم تجاری و دیرگل **A200. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۳: ۶۰-۴۷.**

یکی از مسائل محدودکننده کشت بادام خود ناسازگاری و دگرناسازگاری در گرده‌افشانی ارقام مختلف است. در این تحقیق، سازگاری گرده‌افشانی رقم تجاری و دیرگل بادام A200 با بیست رقم و ژنوتیپ موجود در باغ کلکسیون مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی در سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. پس از گرده‌افشانی، درصد تشکیل میوه درسه نوبت ثبت و رشد لوله گرده و میزان نفوذ آن درون خامه رقم A200، ۱۲۰ ساعت بعد از گرده‌افشانی با میکروسکوپ فلورسنس بررسی شد. نتایج به دست آمده از تجزیه آماری درصد تشکیل نهایی میوه نشان داد که بهترین ارقام و ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده برای قم A200 به ترتیب ژنوتیپ‌های شکوفه، ۲۴-۱۴، ۲۵-۱۶، ۱۲-۱۴ و دی ۹۹ به ترتیب با میانگین تشکیل میوه ۳۸/۸۲، ۳۷/۱۴، ۳۷، ۳۶/۱۴ و ۳۲/۵۸ درصد بودند. نتایج به دست آمده از مطالعه میکروسکوپی رشد لوله گرده نشان داد که بیش از ۷۵٪ از لوله‌های گرده ژنوتیپ‌های شکوفه، ۲۴-۱۴، ۲۵-۱۶ و ۱۲-۱۴ در شرایط باغ به انتهای خامه رسیدند که زمان کافی برای رسیدن لوله گرده به انتهای خامه محسوب می‌شود. هیچکدام از ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده با رقم A200 ناسازگاری نشان ندادند، بنابرین در احداث باغ‌های جدید بادام برای گرده‌افشانی مناسب رقم تجاری و دیرگل A200 از این ژنوتیپ‌ها و ارقام می‌توان به عنوان گرده‌زا استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بادام، گرده‌زا، درصد تشکیل میوه، رشد لوله گرده، سازگاری گرده‌افشانی.

نویسنده مسئول: imani_a45@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis* Miller) یکی از مهم‌ترین میوه‌های خشک مناطق معتدل است که به دلیل سهولت برداشت محصول، نگه‌داری، حمل و نقل آسان، سازگار بودن با خاک‌های آهکی، سازگار بودن با مناطق نیمه‌خشک، ارزش غذایی بالا و تنوع مصرف از نظر اقتصادی بسیار با اهمیت است (Kester *et al.,* 1996). آزمایش‌های مختلف نشان داده است اختلال در گرده‌افشانی، مشکل مهم اکثر باغ‌های بادام به حساب می‌آید، چون اغلب ارقام خود ناسازگار هستند و این باعث می‌شود عمل گرده‌افشانی به نحو مطلوب انجام نشود و در نتیجه منجر به کاهش عملکرد بادام شود (Verna and Jindal, 1996). موضوع باروری درختان میوه به ویژه بادام بسیار مهم است. هرچند بادام دارای گل‌های هرمافرودیت است ولی به علت خودناسازگاری، در اکثر ارقام بادام، درموقع تلقیح بایستی به اندازه کافی گرده سازگار در اختیار کلاله قرار گیرد درغیراین صورت باعث اختلال در باروری و ریزش گل‌ها و میوه‌ها در مراحل اولیه نمو می‌شود. عمل گرده‌افشانی و تلقیح در بادام در شرایط طبیعی فقط توسط حشرات گرده‌افشان به ویژه زنبور عسل انجام می‌شود. بر حسب تجربیات موجود باد نقش مهمی در گرده‌افشانی بادام ندارد زیرا دانه‌های گرده سنگین و چسبناک بوده و آغشته به نوش هستند. پذیرش گل‌های ماده و گرده‌زایی ارقام گرده‌زا بسیار محدود و حساس است. اگر امکان گرده‌افشانی به موقع و موثر فراهم نشود، تلقیح کامل انجام نخواهد شد، تشکیل میوه با اشکال مواجه می‌شود و عملکرد کاهش می‌یابد. بنابراین گرده‌افشانی و باروری گل‌های بادام نیازمند گرده ارقام درون سازگار است که در سطح کلاله پذیرا قرار گیرد. گرده‌افشانی ناقص سد مهمی در برابر تولید حداکثر محصول بادام است (Alizadeh-Salteh *et al.,* 2012؛ Kester *et al.,* 1996؛ Kester and Asay, 1975)، لذا تعیین بهترین گرده‌زا برای ارقام مختلف بادام و کشت مخلوط آن‌ها در زمان احداث باغ، کارایی کشت بادام و عملکرد را افزایش می‌دهد. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که تشکیل میوه در اغلب ارقام بادام (حتی برای ارقام خود سازگار) به میزان دگرگرده‌افشانی آن‌ها توسط حشرات گرده افشان کننده بستگی دارد (Weinbaum and Spiegel-Roy, 1985). در شرایط آب و هوایی مناسب، کلاله معمولاً همراه باز شدن گل و یا کمی بعد از آن پذیرنده دانه گرده است. گل‌های بادام برای یک تا دو روز بعد از شکوفایی بیشترین پذیرندگی دانه گرده را دارند (Ortega and Dicenta, 2004). در بادام گزارش‌های متفاوتی درباره اثر سن گل و تشکیل میوه وجود دارد (Weinbaum and Spiegel-Roy, 1985؛ Kester and Asay, 1975). بعد از شکوفایی هر قدر گل زودتر گرده‌افشانی شود، شانس

لقاح و میوه‌بندی بیشتر است. در شرایط معمولی در بسیاری از ارقام بادام میانگین تشکیل میوه ۲۲٪ تا ۳۰٪ است. این در حالی است که برای تولید اقتصادی در بادام بایستی تعداد زیادی از گل‌ها به میوه تبدیل شوند و درصد تشکیل میوه به وسیله شرایط حاکم بر دوره گرده‌افشانی تعیین می‌شود و عواملی مثل شرایط آب و هوایی وجود حشرات گرده‌افشان کننده واز همه مهم‌تر سازگاری ارقام گرده‌زا و گرده گیرنده (رقم اصلی) در گرده‌افشانی و تشکیل میوه موثر هستند (Socias i Company, 1990). یکی از دلایل پایین بودن عملکرد محصول در باغ‌های بادام مشخص نبودن ژنوتیپ خودناسازگاری در برخی ارقام و عدم استفاده از گرده‌زای مناسب در باغ‌های بادام است. ارقامی که دارای ژنوتیپ خودناسازگاری مشابه هستند، تشکیل یک گروه ناسازگاری را می‌دهند که توانایی گرده‌افشانی و باروری یک‌دیگر را ندارند، بنابرین در باغ‌های تجاری بادام برای اطمینان از تشکیل میوه کافی، باید ارقامی که دارای ژنوتیپ خود سازگاری متفاوت باشند، با هم کاشته شوند (Kester and Gradziel, 1996).

تمام ارقام یک گروه دگر ناسازگاری با هم ناسازگار هستند و نمی‌توان از آن‌ها به عنوان گرده‌زای مناسب و سازگار برای یک‌دیگر استفاده کرد. اکثر ارقام درختان میوه مانند بادام، گیلاس و آلو خود نا بارورند و برای انجام گرده‌افشانی کافی و موثر و تشکیل میوه اقتصادی به دگرگرده‌افشانی نیازمندند (Tufts, 1919 ؛Polito *et al.,* 1996). برای این منظور نیاز به کاشت ارقام دیگر در کنار رقم اصلی باغ است که این ارقام وظیفه تولید گرده برای گرده‌افشانی رقم اصلی را دارند و ارقام گرده‌زا نامیده می‌شوند. نقش ارقام گرده‌زا تنها تولید گرده نیست بلکه این ارقام بایستی محصول تجاری و بازارپسند تولید کنند. ارقام گرده‌زا بایستی به دقت انتخاب شوند تا تشکیل میوه در رقم اصلی را در باغ تضمین کنند، بنابراین انتخاب دقیق رقم اصلی و رقم گرده‌زا یکی از مهم‌ترین مراحل احداث باغ بادام است. باید یک یا دو رقم گرده‌زا که نسبت به رقم اصلی از نظر گرده‌افشانی سازگاری داشته و تقریباً دارای همزمانی و همپوشانی گلدهی هستند در ردیف‌های متناوب در کنار رقم اصلی کاشته شوند. نتایج تحقیقات روی ارقام بادام خود ناسازگار نشان می‌دهد که تفاوت‌های موجود در میزان میوه‌دهی در آزمایش‌های باغی بستگی به تفاوت‌های قدرت گرده‌زاها خواهد داشت.

بررسی روند رشد در خامه با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت یکی از مهم‌ترین روش‌های مطالعه سازگاری در بادام است (Ortega and Dicenta, 2004). استفاده از میکروسکوپ فلورسنت برای تعیین خودسازگاری توسط محققین زیادی انجام شده و همگی رسیدن لوله گرده به تخمدان را دلیل خودسازگاری و نرسیدن آن را دلیل خودناسازگاری بیان کردند

(Socias i Company and Alonos, 2004؛ Dicenta *et al.,* 2002). در این روش میزان سازگاری ارقام یا خودسازگاری بر اساس رشد لوله گرده در سطح کلاله، یک سوم بالای خامه، وسط خامه، یک سوم انتهای خامه و درون تخمدان با میکروسکوپ فلورسنت بررسی می‌شود (Socias i Company, 1976).

در این تحقیق هدف اصلی، بررسی سازگاری گرده‌افشانی برخی از ارقام انتخابی بادام با رقم تجاری و دیرگل A200 و انتخاب بهترین گرده‌زا برای آن بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در باغ تحقیقاتی ۱۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی در کرج واقع در جاده مشکین‌آباد در سال ۱۳۹۰ روی درختان شش ساله بادام دیرگل تجارتی A200 با استفاده از ارقام گرده‌زا پیوند شده روی پایه بذری بادام تلخ شاهرود ۲۲ انجام شد. رقم A200 از ارقام وارداتی از اسپانیا است که به دلیل دیرگل‌دهی و پر بار بودن مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی به دلیل خود ناسازگار بودن لازم بود با ارقام و ژنوتیپ‌های انتخابی از نظر سازگاری گرده‌افشانی مورد بررسی قرار گیرد تا گرده‌زای مناسب برای آن به دست می‌آمد.

ارقام گرده‌زا به تفکیک شامل ارقام اروپایی {Tuono، Ceo Phlipe، Falsa Barese، Ferragnes، A230 و شاهرود ۷ (Fradoule)}، ارقام آمریکایی (Fritz و Padree)، ارقام ایرانی (سهند و شکوفه) و ژنوتیپ‌های امیدبخش ایرانی (۴۰-۱۳، ۱۲-۱۴، ۲-۱۰، ۱۱-۱۰، ۲۴-۱۴، ۲۵-۱۶، ۸-۶، ۶-۵، D99، D101 و D124) بودند. درصد میوه‌های تشکیل شده در اثر گرده‌زاها در رقم گرده‌گیرنده A200 بر اساس طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل دواصله درخت انجام شد. عمل گرده‌گیری و گرده‌افشانی به روش دایسنتا و همکاران (Dicenta *et al.,* 2002) انجام شد. برای اطمینان از قدرت جوانه‌زنی دانه گرده جمع‌آوری شده و نشان دادن قوه‌نامیه به کشت درون شیشه‌ای دانه گرده در تشتک پتری اقدام شد. بدین منظور از محیط کشت حاوی ۱۰٪ ساکارز، ۱۰۰ppm اسید بوریک و ۱٪ آگار استفاده شد. برای جلوگیری از آلوده شدن به عوامل بیماری‌زا درب تشتک‌های پتری‌ها با پارافیلم بسته شد و به اتاقک رشد با دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد منتقل شد. و پس از ۱۲ ساعت از کشت، روی تشتک‌ها دوایری به طور تصادفی ترسیم و تعداد دانه‌های گرده جوانه‌زده (لوله گرده خارج شده از گرده به اندازه قطر گرده باشد) و جوانه نزده به کمک میکروسکوپ معمولی شمارش شد. برای تعیین قوه‌نامیه گرده‌ها از فرمول ذیل استفاده شد:

$$\text{درصد جوانه‌زنی گرده} = \text{تعداد گرده جوانه‌زده} / \text{تعداد کل دانه‌های گرده} \times ۱۰۰$$

شمارش میوه‌های تشکیل شده ۲۰، ۴۰ و ۱۳۲ (زمان رسیدن میوه) روز بعد از گرده‌افشانی انجام شد. برای بررسی رشد لوله‌های گرده ارقام وشناسایی ارقام سازگار و ناسازگار با یک‌دیگر، ۷۲ ساعت پس از گرده‌افشانی مادگی‌ها (از هر ترکیب پنج گل با سه تکرار) تهیه و فیکس کردن آن‌هادر ماده فیکساتور (FAA) انجام شد. درآزمایشگاه مادگی‌ها از ماده فیکساتور خارج و سه بار به مدت ۴۵ دقیقه با آب مقطر شستشو داده دادند. در مرحله بعد مادگی‌ها در ماده سولفیت سدیم قرار داده و به انکوباتور منتقل شدند تا از حالت سفتی به نرمی تغییر حالت دهند. بعد از خروج از انکوباتور، مادگی‌ها مجددا پنج بار با آب مقطر شستشو و برای رنگ‌آمیزی داخل محلول آنیلین بلو یک درصد به مدت ۲۴ ساعت دریخچال نگهداری شدند. بعد از خارج کردن مادگی‌ها از آنیلین بلو توسط پنس و اسکالپل کرک زدایی روی آن‌ها انجام شد و بعد از کرک زدایی، از مادگی ها لام و لامل تهیه و برای مشاهده رشد لوله‌های گرده از میکروسکوپ فلورسنت استفاده شد. رشد لوله گرده در خامه و نفوذ آن به تخمک نشان‌دهنده سازگاری بیشتر گرده با مادگی است. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از تجزیه آماری نرم‌افزار SAS نسخه. ۹.۱ تجزیه، میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار مینی تب نسخه ۱۶ و نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ انجام شد.

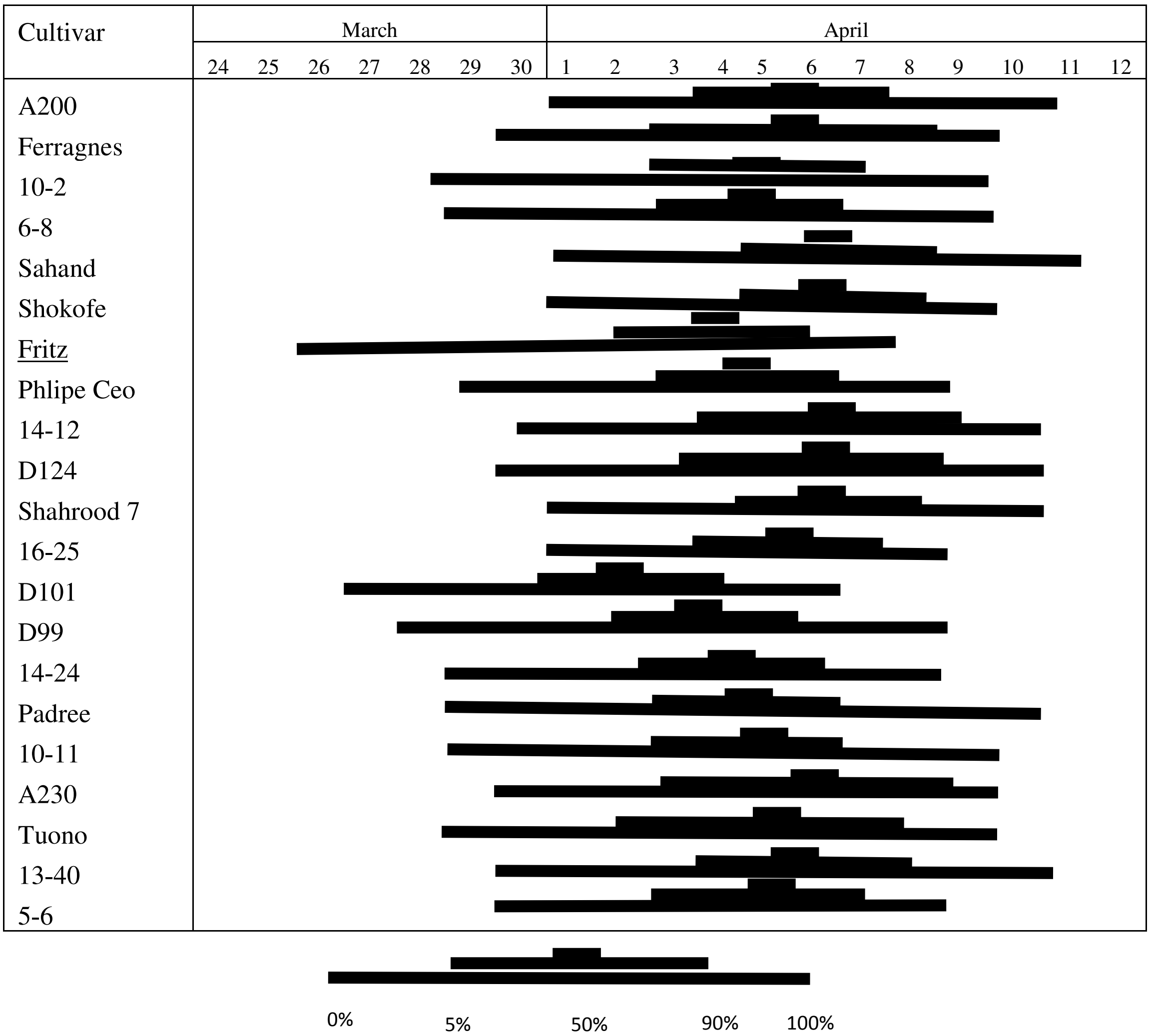
نتایج و بحث

زمان گل‌دهی

نتایج حاصل از یادداشت‌برداری در پایه مادری و گرده‌زاها براساس سه مرحله فنولوژیکی: شروع گلدهی، تمام گل و پایان گلدهی در شکل ۱ ارائه شده است. همان طور که در شکل مشاهده می‌شود پایه مادری A200 درتاریخ ۳۱ مارس (۱۱ فروردین) شروع به گل‌دهی کرد و درتاریخ ۳ آوریل (۱۴ فروردین) در مرحله تمام گل بود. در ارقام و ژنوتیپ‌های گرده زا یازده رقم زودتر، سه رقم هم زمان و دو رقم بعد از رقم مادری A200 در مرحله تمام گل بودند. درتاریخ ۱۰ آوریل (۲۱ فروردین) رقم مادری A200 در مرحله پایان گلدهی بود در حالی که اکثر ژنوتیپ‌ها و ارقام گرده‌زا زودتر از رقم مادری A200 به مرحله پایان گلدهی رسیده بودند و فقط رقم سهند بعد از رقم مادری به این مرحله رسید.

ارزیابی جوانه‌زنی دانه گرده

به منظور اطمینان از زنده بودن دانه‌های گرده مورد آزمایش، دانه‌های گرده ارقام گرده‌دهنده کشت و بررسی شدند. نتایج نشان داد که قدرت جوانه‌زنی دانه‌های گرده ارقام مختلف بین ۶۷ تا ۸۵ درصد بود که نشان می‌دهد دانه‌های گرده مورد آزمایش سالم و دارای زیوایی مناسب برای استفاده در این تحقیق بودند (جدول ۱). نتایج این آزمایش با گزارش‌های فرانکلین تونک (Franklin-Tong, 2008) و فرانکلین



شکل ۱- زمان گلدهی ارقام بادام. درصدها نشان‌دهنده گل‌های باز شده هستند

Fig. 1. Flowering time of the almond cultivars. Percentages refer to the flowers opened

تونک و فرانکلین (Franklin-Tong and Franklin, 2003) مشابه بود. بر اساس گزارش آن‌ها تفاوت‌هائی در مورد جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در ارقام و گونه‌های بادام مختلف وجود دارد که به طور مشخص وابسته به نوع ژنوتیپ است. در بادام نون پاریل مشاهده شده است که میزان جوانه‌زنی دانه گرده با افزایش دما رابطه مثبت دارد که ناشی از ژنوتیپ است (Franklin- Tong, 2008).

تشکیل میوه بیست روز پس از گرده‌افشانی (زمان اول)

برای تعیین درصد تشکیل میوه بیست روز بعد از گرده‌افشانی اقدام به شمارش میوه‌های تشکیل شده شد. در شمارش اول درصد تشکیل میوه در هر شاخه بر اساس تعداد میوه تشکیل شده و به تعداد کل گل گرده‌افشانی

جدول ۱- درصد جوانه‌زنی دانه گرده ارقام و ژنوتیپ‌ها بادام
Table 1. Pollen germination percentage of almond cultivars and gynotypes

رقم و ژنوتیپ Almond cultivar and gynotype	درصد جوانه زنی دانه گرده Pollen germination (%)
A200	74b
Ferragnes	71bc
14-24	69bc
10-2	71bc
Sahand	68c
14-12	78b
13-40	83a
Tuono	85a
Shahrood 7	67c
10-11	80a
D99	67c
D101	70bc
5-6	72bc
Padree	76b
A230	68c
16-25	76b
Falsa Barese	75b
Shokofe	85a
6-8	73bc
Phlipe Ceo	68c
D124	72bc
Fritz	79a

میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند.
Means with similar letters are not significantly different at 1% probability level.

شده محاسبه شد و مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تشکیل میوه وجود داشت به طوری که بالاترین درصد تشکیل میوه با گرده رقم شکوفه با میانگین ۹۰/۶۴ درصد و ژنوتیپ ۲۴-۱۴ بامیانگین ۸۸/۵۱ درصد و کمترین درصد تشکیل میوه با گرده‌زای A230 با میانگین ۷۸/۷۴ درصد به دست آمد. در گرده‌افشانی آزاد میانگین درصد تشکیل میوه ۹۲/۰۷ بود (جدول ۲).

تشکیل میوه چهل روز پس از گرده‌افشانی (زمان دوم)

در شمارش دوم، میانگین درصد تشکیل میوه در هر تیمار مطابق روش اول محاسبه شد. جدول ۲ مقایسه میانگین درصد تشکیل میوه را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد تشکیل میوه اختلاف معنی‌داری بین گرده‌زاها نشان داد، به این معنی که گل‌های تلقیح شده با گرده‌زاهای مختلف از نظر درصد تشکیل میوه اختلاف معنی‌داری داشتند. بالاترین درصد تشکیل میوه با گرده رقم شکوفه با میانگین ۵۰/۸۴ درصد و کمترین درصد تشکیل میوه با گرده‌زای A230 با میانگین ۳۲/۸۰ درصد به دست آمد و در گرده‌افشانی آزاد میانگین درصد تشکیل میوه ۵۳/۴۵ درصد بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد تشکیل میوه پایه مادری A200 در گرده‌افشانی با ارقام گرده‌زای مختلف در زمان‌های مختلف بعد از گرده‌افشانی

Table 2. Mean comparison of fruit set percentage in A200 almond cultivar in pollination with different pollinizer cultivars at different times after pollination

ارقام گرده‌زا Pollinizer cultivars	Fruit set percentage درصد تشکیل میوه ۲۰ روز بعد از گرده‌افشانی 20 days after pollination	۴۰ روز بعد از گرده‌افشانی 40 days after pollination	۱۳۲ روز بعد از گرده‌افشانی 132 days after pollination
Open Pollination	92.07a	53.45a	40.70a
Shokofe	90.46ab	50.84ab	38.82ab
14-24	89.96abc	49.18ab	37.14abc
16-25	86.88bcd	46.55ab	37.00bcd
14-12	86.05bcde	49.04ab	36.14bcde
6-8	85.11cdef	38.72cd	30.98cdef
Padree	84.16cdefg	36.73cd	30.88cdefg
10-11	83.95cefg	37.32cd	27.97cdefg
Tuono	82.79defg	36.5cd	27.22defg
10-2	82.77defg	36.11efg	26.55defg
Phlipe Ceo	82.43defg	37.34cd	26.19defg
Sahand	82.00defg	38.28cd	26.11defg
D99	81.95defg	44.65bc	25.61defg
D101	81.62defg	33.40fg	24.52defg
Fritz	81.08efg	36.25defg	22.89efg
Falsa Barese	80.42fg	35.26fg	22.27fg
13-40	80.41fg	35.55fg	21.77fg
D124	80.33fg	34.24fg	21.22fg
Shahrood7	80.32fg	33.21g	21.52fg
Ferragnes	79.16g	36.50cd	21.22g
A230	78.74g	32.80g	20.38g

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

تشکیل میوه روز پس از گرده‌افشانی (زمان برداشت)

در شمارش سوم (شمارش نهایی) نیز میانگین درصد تشکیل میوه در هر تیمار مطابق روش اول محاسبه شد. جدول ۲ مقایسه میانگین درصد تشکیل میوه را نشان می‌دهد. درصد تشکیل میوه در اثر گرده‌زاهای مختلف متفاوت بود، به طوری که بالاترین درصد تشکیل میوه با گرده رقم شکوفه با میانگین ۳۸/۸۲ درصد بود و بعد از آن، ژنوتیپ ۲۴-۱۴ با میانگین ۳۷/۱۴ درصد، ژنوتیپ ۲۵-۱۶ با میانگین ۳۷ درصد، ژنوتیپ ۱۲-۱۴ با میانگین ۳۶/۱۴ درصد، ژنوتیپ D99 با میانگین ۳۲/۵۸ درصد و ژنوتیپ ۸-۶ با میانگین ۳۰/۹۸ درصد تشکیل میوه داشتند. کمترین درصد تشکیل میوه به ترتیب با گرده‌زاهای A230، D101، D124، Fritz و Ferrages با میانگین ۲۱/۷۷، ۲۱/۳۶، ۲۱/۲۲، ۲۰/۴۱ و ۲۰/۳۸ درصد به دست آمد. در گرده‌افشانی آزاد میانگین درصد تشکیل میوه ۴۰/۷ درصد بود.

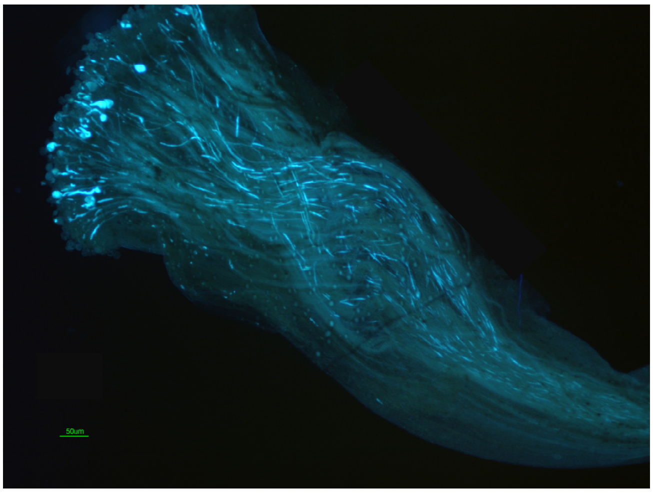
از دلایل نوسان درصد تشکیل میوه در مراحل مختلف رشد میوه بادام در این تحقیق (جدول ۲)که یکی از مهم‌ترین مشکلات کشت بادام در ایران نیز به شمار می‌رود، می‌توان به عوامل متعددی ارتباط اشاره کرد که باعث ریزش گل و میوه در بادام شده و میزان محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از این عوامل می‌توان به میزان و کیفیت آب، کیفیت خاک، هرس، کود، شرایط محیطی قبل و بعد از گلدهی اشاره کرد. با توجه به یکسان بودن این عوامل در این تحقیق عامل تاثیرگذار در میوه‌دهی بادام سازگاری و لقاح است (Ortega and Dicenta, 2004). تحقیقات نشان داده که عوامل محیطی مانند باد، باران و دماهای پایین می‌توانند باعث کندی رشد لوله گرده در خامه شده و زمان رسیدن لوله گرده به تخمدان را طولانی و حتی غیرممکن سازد. سرعت حرکت لوله گرده در خامه ارقام مختلف بادام متفاوت بوده ودما تاثیر متفاوتی بر سرعت رشد لوله گرده در ارقام مختلف دارد. درصورت گرده‌افشانی و رشد موفق لوله گرده، باروری و لقاح لازمه تولید مثل جنسی است. ریزش گل و میوه‌های جوان در گونه‌های مختلف به دلیل ناقص بودن تخمک یا سقط جنین و یا غیر عادی بودن کیسه جنینی یا عدم باروری آن است. همان طوری که در جدول ۲ مشخص است در گرده‌افشانی آزاد میزان درصد تشکیل میوه بیشتر از گرده‌افشانی کنترل شده بود. این نتایج مطابق با نتایج سوسیاز آ کمپانی و آلونسو (Socias i Company and Alonso, 2004) بود که بیان کرده در بادام خودگرده‌افشانی باعث تشکیل میوه کمتر نسبت به دگرگرده‌افشانی می‌شود چون سرعت رشد لوله گرده در حالت دگرگرده‌افشانی نسبت به خودگرده‌افشانی سریع‌تر است. در برخی مطالعات وجود دگرناسازگاری در بین برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بادام باعث شده تا

کشت دو رقم مختلف در کنار یک‌دیگر نیز مشکل لقاح و تشکیل میوه را برطرف نسازد (Dicenta *et al.*, 2002). در تحقیق حاضر هیچ کدام از ارقام و ژنوتیپ‌ها گرده‌زا با رقم گرده گیرنده ناسازگاری نشان ندادند ولی میزان و درجه سازگاری شان متفاوت بود. این نتایج همسو با نتایج دایسنتا و همکاران (Dicenta *et al.*, 2002) بود. آن‌ها به عواملی مثل شرایط آب و هوایی، وجود حشرات گرده‌افشان کننده و از همه مهم‌تر سازگاری ارقام گرده‌زا و گرده‌گیرنده (رقم اصلی) در گرده‌افشانی و تشکیل میوه موثر اشاره کرده‌اند.

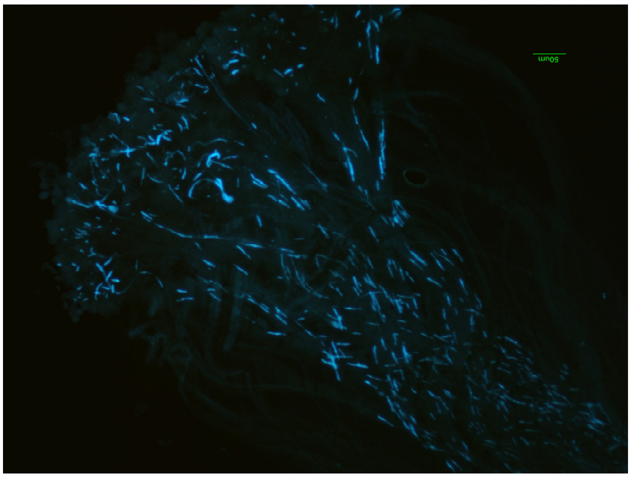
مطالعه رشد لوله گرده با استفاده از میکروسکوپ فلورسنس

نتایج حاصل از مطالعه رشد لوله گرده با استفاده از میکروسکوپ فلورسنس ۱۲۰ ساعت بعد از گرده‌افشانی دستی، که روی ده مادگی مورد بررسی قرارگرفت (جدول ۳) نشان داد که بیش از ۷۵٪ از لوله‌های گرده ژنوتیپ‌های Shokofe، 24-14، 25-16 و 12-14 و بین ۵۰ تا ۷۵ درصد از لوله‌های گرده ژنوتیپ‌های D99 و 8-6 در شرایط باغ به انتهای خامه رسیدند این در حالی بود که درسایر ارقام گرده‌زا بین ۲۵ تا ۵۰ درصد لوله‌های گرده به پایین خامه رسیده بودند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های Shokofe، 24-14، 25-16، 12-14 با رقم A200 کاملا سازگار، و ژنوتیپ‌های D99 و 8-6 تا حد زیادی سازگار و سایر و ژنوتیپ‌ها نیمه سازگار هستند (جدول ۳ و شکل‌های ۲ و ۳) زمان ۱۲۰ ساعت بعد از گرده‌افشانی در شرایط باغ زمان کافی برای رسیدن لوله گرده به انتهای خامه تشخیص داده شد. برای مطالعه گرده‌افشانی با استفاده از میکروسکوپ فلورسنس (UV) در مادگی‌های مورد بررسی، درصد رشد لوله گرده رسیده به قاعده خامه به عنوان شاخصی برای ناسازگاری در نظر گرفته شد. در صورتی که کمتر از ۲۵ درصد لوله‌های گرده به پایین خامه رسیده باشند، رقم خود ناسازگار است و اگر بین ۲۵ تا ۵۰ درصد لوله‌های گرده به پایین خامه رسیده باشند، رقم نیمه خودسازگار (یا مشکوک به خودسازگار) و اما بین ۵۰ تا ۷۵ درصد لوله‌های گرده به پایین خامه رسیده باشند رقم خود سازگار و در صورتی که بیش از ۷۵ درصد لوله‌های گرده به انتهای خامه رسیده باشند، آن رقم کاملاً سازگار است (Sociasi I Company, 1990). این روش برای تعیین ژنوتیپ خود ناسازگاری در ارقام بادام بسیار سودمند است و توسط محققین زیادی مورد استفاده قرار گرفته است (Sharafi *et al.*, 2010؛ Mcclure and Franklin-Tong, 2006؛ Lopez *et al.*, 2006).

به عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که احداث باغ‌های تجاری بادام با کاشت و ارقام سازگار که دارای همپوشانی گلدهی باشند به منظور اطمینان از گرده‌افشانی و تشکیل میوه و



شکل ۲- رشد لوله‌های گرده رقم سهند در خامه رقم مادری A200 بادام ۱۲۰ ساعت بعد از گرده‌افشانی
Fig. 2. Pollen tube growth of Sahand cultivar in style of A200 almond cultivar, 120 hours after pollination



شکل ۲- رشد لوله‌های گرده رقم شکوفه در خامه رقم مادری A200 بادام ۱۲۰ ساعت بعد از گرده‌افشانی
Fig. 2. Pollen tube growth of Shokofeh cultivar in style of A200 almond cultivar, 120 hours after pollination

در نهایت تولید محصول اقتصادی از اهمیت بالایی برخوردار است (Dicenta *et al*., 2000؛ Bernad and Socias i Company, 1995). بر اساس نتایج به دست آمده برای احداث باغ تجاری بادام و ترکیب کاشت موفق ارقام سازگار بهتر است از دو رقم گرده‌زا برای پوشش بهتر گلدهی استفاده شود به طوری که گلدهی رقم گرده‌زای اول زودتر از رقم اصلی

جدول ۳- درصد لوله گرده در انتهای خامه رقم A200 بادام ۱۲۰ ساعت بعد از گرده‌افشانی

Table 4. Percentage of pollen tubes in style base of A200 almond cultivar 120 hours after pollination

رقم گرده‌زا Pollinizer cultivar	کمتر از ۲۵٪ لوله های گرده در انتهای خامه (ناسازگار) <25% pollen tube in style base (incompatible)	۲۵٪ تا ۵۰ ٪ لوله‌های گرده در انتهای خامه (ناسازگار) 25%-50% pollen tubes in style base(semi incompatible)	۵۰٪ تا ۷۵ ٪ لوله‌های گرده در انتهای خامه (نیمه ناسازگار) 50%-75% pollen tubes in style base (semi compatible)	بیشتر از ۷۵٪ لوله‌های گرده در انتهای خامه (ناسازگار) >75% pollen tube in style base (compatible)
Shokofe	-	-	-	+
14-24	-	-	-	+
16-25	-	-	-	+
14-12	-	-	-	+
D99	-	-	+	-
6-8	-	-	+	-
Sahand	-	+	-	-
10-2	-	+	-	-
10-11	-	+	-	-
Tuono	-	+	-	-
13-40	-	+	-	-
Phlipe Ceo	-	+	-	-
Padree	-	+	-	-
Falsa Barese	-	+	-	-
Shahrood7	-	+	-	-
A230	-	+	-	-
D101	-	+	-	-
D124	-	+	-	-
Ferragnes	-	+	-	-
Fritz	-	+	-	-

شروع شود و گلدهی رقم گرده‌زای دوم دیرتر از رقم اصلی پایان یابد تا گرده‌افشانی رقم اصلی به خوبی پوشش داده شود. اگر چه تعیین ژنوتیپ ناسازگاری ارقام برای انتخاب گرده‌زای مناسب و ترکیب کاشت ارقام در گونه‌های خودناسازگار از جمله بادام از اهمیت بالایی برخوردار است ولی عوامل دیگری مثل طول دوره گلدهی، همپوشانی گلدهی، میزان تولید گرده، قوه‌نامیه گرده و ارزش تجاری و باغبانی یک رقم برای انتخاب یک گرده‌زای مناسب دارای اهمیت فراوان است. این امر انجام آزمایش‌های باغی برای انتخاب گرده‌زای مناسب ارقام تجاری را نشان می‌دهد. بنابرین در تعیین ترکیب ارقام در بادام بایستی دوره‌های گلدهی هم زمان و سازگاری گرده‌افشانی آن در نظر گرفته شود. عملکرد در ارقام بادام را می‌توان با کشت مخلوط دو یا سه رقم که از نظر گلدهی همپوشانی کافی و سازگاری گرده‌افشانی داشته باشند افزایش داد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بهترین ارقام گرده‌دهنده برای رقم A200 بادام به ترتیب رقم شکوفه و ژنوتیپ‌های ۲۴-۱۴، ۲۵-۱۶، ۱۲-۱۴ و D99 بودند ولی هیچ یک از ارقام گرده‌زا با این رقم ناسازگار نبودند. با توجه به این که رقم A200 یکی از ارقام تجاری و دیر گل بادام بوده و پتانسیل تولید بالایی دارد، در زمان احداث باغ‌های تجاری این رقم می‌توان از ارقام گرده‌زای مناسب که در این تحقیق مشخص

شدند استفاده کرد.

References

Alizadeh-Salteh, S., Arzani, K., and Imani, A. 2012. Self-incompatibility studies of some Iranian late-blooming almonds and pollen source effect on some characteristics of nuts. Journal of Nuts 3(2): 37-44.

Bernad, D., and Socias i Company, R. 1995. Characterization of some self-compatible almonds: II. Flower phenology. HortScience 30: 321-324.

Dicenta, F., Martinez-Gomez, P., Ortega, E., and Duval, H. 2000. Cultivar pollinizer does not affect almond flavor. HortScience 35: 1153-1154.

Dicenta, F., Ortega, E., Canovas, J. A., and Egea, J. 2002. Self-pollination vs cross pollination in almond pollen tub growth fruit set and fruit characteristics. Plant Breeding 121: 163-167.

Franklin-Tong, V. E. 2008. Self-Incompatibility in Flowering Plants: Evolution, Diversity, and Mechanisms. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany. 309 pp.

Franklin-Tong, V. E., and Franklin, F. C. 2003. Gametophytic self-incompatibility inhabits pollen tube growth using different mechanisms. Trends in Plant Science 8: 598-605

Kester, D.E., and Asay, R. 1975. Almonds. pp. 384-419. In: Janick, J., and Moore, J. N. (eds.) Advances in Fruit Breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, USA.

Kester, D. E., and Gradziel, T. M. 1996. Almonds (Prunus). pp. 1-97. In: Moore, J. N., and Janick, J. (eds.), Fruit Breeding. Wiley & Sons, New York, USA.

Kester, D. E., Gradzieel, T. M., and Micke, W. C. 1994. Identifying pollen incompatibility groups in California almond cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science 119: 106-109.

Lopez, M., Vargas, F. J., and Batlle, I. 2006. Self (in) compatibility almond genotypes: A review. Euphytic 150: 1-16

Mcclure, B. A., and Franklin-Tong, V. 2006. Gametophytic self-incompatibility: understanding the cellular mechanisms involved in ‘self’ pollen tube inhibition. Planta 224: 233-245.

Ortega, E., and Dicenta, F. 2004. Suitability of four different methods to identify self-

compatible seedlings in an almond breeding programme. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 79: 747-753.

Ortega, E., and Dicenta, F. 2008. Inheritance of self-compatibility in almond. Theoretical and Applied Genetics 106: 904-911.

Polito, V. S., Micke, W. C., and Kester, D. E. 1996. Bud development and fertilization. pp. 98-102. In: Micke, W. C. (ed.) Almond Production Manual. University of California, California, USA.

Sharafi, Y., Karimi, M., and Ghorbanifar, M. 2010. Study of pollen tub cross-compatibility and fruit set in some almond genotypes. African Journal of Plant Science 4: 134-137.

Socias i Company, R. 1990. Breeding self-compatible almonds. Plant Breeding Review 8: 313-318

Socias i Company, R., and Alonso, J. M. 2004. Cross-incompatibility of "Ferralise" and "Ferragnes" and pollination efficiency for self-compatibility transmission in almond. Euphytica 135: 333-338.

Tufts, W. P. 1919. Almond pollination. Bulletin of California Agricultural Experiment Station 306: 337–366.

Verna, I. F., and Jindal, K. K. 1996. Fruit Crop Pollination. Klyiani Publishers, New Delhi, India. 450 pp.

Weinbaum, S. A., and Spiegel-Roy, P. 1985. The almond (*Prunus dulcies*). pp. 139-146. In: Halevey, A. H. (ed.) Handbook of Flowering. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.